

KAJIAN PERBEDAAN KINERJA CAMPURAN BERASPAL PANAS ANTARA JENIS LAPIS TIPIS ASPAL BETON-LAPIS AUS (HRS-WC) BERGRADASI SENJANG DENGAN YANG BERGRADASI SEMI SENJANG

Giavanny Hermanus

Oscar H. Kaseke, Freddy Jansen

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Email: giahermanus@outlook.com

ABSTRAK

HRS-Lapis Aus (HRS-WC) digolongkan atas 2 jenis gradasi yaitu yang bergradasi senjang dan semi senjang. Pada dasarnya kedua gradasi agregat dalam campuran HRS-WC ini hampir sama, namun menurut spesifikasi Bina Marga Tahun 2010, HRS bergradasi semi senjang dapat digunakan pada daerah dimana pasir halus yang diperlukan untuk membuat gradasi yang benar-benar senjang tidak tersedia. Untuk HRS-WC yang benar-benar senjang, dengan ketentuan paling sedikit 80% agregat lolos ayakan No.8 (2,36 mm) harus lolos ayakan No.30 (0,600 mm).

Campuran HRS-WC gradasi senjang dan semi senjang akan diteliti berdasarkan kriteria Marshall. Akan dibuat jenis campuran bergradasi senjang dan semi senjang dari bahan dasar yang sama, yaitu batu pecah dari desa Lolan Bolaang Mongondow, aspal curah bersertifikat dan pasir halus yang berasal dari pasir pantai desa Ambang Bolaang Mongondow. Penelitian dimulai dengan pemeriksaan mutu agregat dan dilanjutkan sampai pada pengujian Marshall agar mendapatkan kriteria Marshall.

Hasil penelitian menunjukkan pada campuran HRS-WC gradasi senjang kadar aspal terbaik 7,4% sedangkan campuran HRS-WC gradasi semi senjang, kadar aspal terbaik 7,2%. Pada masing-masing kadar aspal terbaik dari kedua campuran menunjukkan bahwa campuran HRS-WC gradasi senjang relatif lebih rendah terhadap campuran HRS-WC gradasi semi senjang ditinjau dari Stabilitas yang lebih kecil 1,86% , Marshall Quotient yang lebih kecil 4,48% dan VIM lebih kecil dengan selisih 0,10% (dari 5,20% ke 5,10%). Demikian juga campuran HRS-WC gradasi semi senjang relatif lebih rendah terhadap campuran HRS-WC gradasi senjang ditinjau dari Flow yang lebih kecil 2,52%, VMA lebih kecil dengan selisih 0,31%, dan VFB lebih kecil dengan selisih 0,96%. Jika ditinjau dari Stabilitas dan Marshall Quotient, campuran HRS-WC gradasi semi senjang relatif lebih sensitif terhadap perubahan kadar aspal (baik lebih tinggi atau lebih rendah dari kadar aspal terbaik yang diperoleh), dibandingkan dengan campuran HRS-WC gradasi senjang. Juga dapat disimpulkan bahwa antara kedua jenis campuran tersebut, perbedaan kriteria Marshall tidak signifikan (lebih kecil dari 10%).

Apabila kemungkinan terjadi fluktuasi kadar aspal di lapangan, maka disarankan untuk memilih campuran HRS-WC gradasi senjang karena jika terjadi perubahan terhadap kadar aspal baik lebih tinggi atau lebih rendah dari kadar aspal terbaik, perubahan yang terjadi pada kriteria Marshall relatif tidak terlalu signifikan. Tetapi jika melihat dari segi kadar aspal terbaik yang diperoleh, maka disarankan memilih campuran HRS-WC gradasi semi senjang karena kadar aspal terbaik yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan kadar aspal terbaik pada campuran HRS-WC gradasi senjang.

Kata Kunci : HRS-WC, Gradasi Agregat, Kriteria Marshall

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Lapis permukaan jalan yang umum digunakan adalah Campuran Beraspal Panas (*Hot Mixed Asphalt*), salah satunya yang digunakan di Indonesia adalah Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON atau *Hot Rolled Sheet*).

LATASTON dipilih sebagai bahan pelapis suatu lapis permukaan pada perkerasan jalan raya untuk menerima dan meneruskan beban lalu lintas ke lapisan dibawahnya serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang melindungi konstruksi dibawahnya. Lapis Tipis Aspal Beton juga harus dapat memberikan kenyamanan bagi pengguna lalu lintas.

Dalam spesifikasi Bina Marga Tahun 2010, terdapat jenis-jenis campuran beraspal diantaranya Lapis Tipis Aspal Pasir (*Sand Sheet*, SS), Lapis Tipis Aspal Beton (*Hot Rolled Sheet*, HRS), dan Lapis Aspal Beton (*Asphalt Concrete*, AC). Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON) yang selanjutnya disebut HRS, terdiri dari 2 jenis campuran yaitu HRS Pondasi (*HRS-Base*) dan HRS Lapis Aus (*HRS-Wearing Course*, HRS-WC).

HRS-Lapis Aus (HRS-WC) memiliki 2 jenis campuran HRS-WC yaitu HRS-WC gradasi senjang dan HRS-WC gradasi semi senjang. Kedua gradasi agregat dalam campuran HRS-WC ini, hampir sama yaitu gradasi agregat dimana ukuran agregat yang ada tidak lengkap atau ada fraksi agregat yang tidak ada atau jumlahnya sedikit sekali, namun menurut Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 yang menjadi spesifikasi acuan dalam penelitian ini, Lataston (HRS) bergradasi semi senjang sebagai pengganti Lataston (HRS) bergradasi senjang dapat digunakan pada daerah dimana pasir halus yang diperlukan untuk membuat gradasi yang benar-benar senjang tidak dapat diperoleh. Untuk HRS-WC yang benar-benar senjang, paling sedikit 80% agregat lolos ayakan No.8 (2,36 mm) harus lolos ayakan No.30 (0,600 mm).

Selain itu, penggunaan agregat halus merupakan bagian yang dominan dalam campuran HRS-WC, tentu ini juga berpengaruh pada komposisi bahan pembentuk campuran. Dalam menghitung proporsi agregat halus, perlu memperhatikan ketersediaan agregat apakah agregat tersebut mudah atau sulit untuk diperoleh. Dengan latar belakang diatas, maka penulis akan melakukan penelitian mengenai perbedaan campuran HRS-WC bergradasi senjang dan yang bergradasi semi senjang, ditinjau dari sifat-sifat karakteristik *Marshall* yaitu nilai Stabilitas, *Flow*, *Marshall Quotient*, VMA, VFB dan VIM.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini, yaitu membandingkan perbedaan kinerja campuran beraspal panas jenis HRS-WC bergradasi senjang dengan HRS-WC yang bergradasi semi senjang terhadap sifat-sifat karakteristik *Marshall* campuran HRS-WC yaitu Stabilitas, *Flow*, *Marshall Quotient*, VMA, VFB, dan VIM.

Manfaat Penelitian

Dengan adanya kajian ini, diharapkan bisa memberikan pemahaman dan menambah

wawasan mengenai dasar pemilihan campuran HRS-WC.

Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa pembatasan masalah, yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian ini bersifat pengujian secara laboratorium.
2. Penelitian dilakukan pada campuran beraspal panas jenis HRS-WC bergradasi senjang dan HRS-WC bergradasi semi senjang.
3. Dalam penelitian ini akan mengkaji sifat-sifat karakteristik *Marshall* yaitu nilai Stabilitas, *Flow*, *Marshall Quotient*, VMA, VFB dan VIM.
4. Material yang digunakan adalah material terpilih atau yang sering digunakan sebagai material beraspal panas di Sulawesi Utara.
5. Pada penelitian ini hanya akan melakukan pemeriksaan terhadap material agregat.
6. Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal curah yang telah diteliti sebelumnya dan mempunyai sertifikat aspal.
7. Penelitian ini menggunakan material yang sama namun mempunyai perbedaan gradasi yang berbeda dan menggunakan aspal yang sama, serta kadar aspal yang diperoleh dari hasil komposisi campuran.
8. Pengujian campuran dengan menggunakan *Marshall Test*.

TINJAUAN PUSTAKA

Gradasi Agregat

Gradasi agregat adalah distribusi dari variasi ukuran butir agregat. Gradasi agregat berpengaruh pada besarnya rongga dalam campuran dan menentukan *workabilitas* (kemudahan dalam pekerjaan) serta stabilitas campuran. Gradasi agregat ditentukan dengan cara analisa saringan, dimana sampel agregat harus melalui satu set saringan. Gradasi agregat dapat dibedakan atas :

Gradasi Seragam (*uniform graded*)

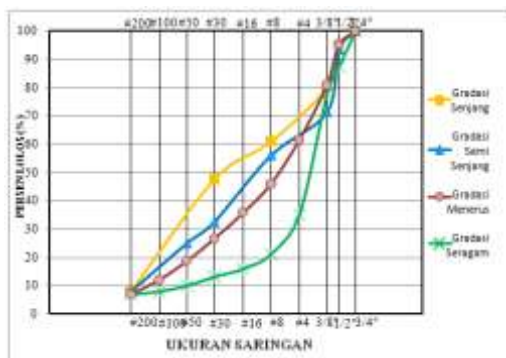
Gradasi seragam adalah gradasi agregat dengan ukuran butir yang hampir sama. Gradasi seragam ini disebut juga gradasi terbuka (*open graded*) karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga/ruang kosong antar agregat. Campuran beraspal dengan gradasi ini memiliki stabilitas yang tinggi, agak kedap terhadap air dan memiliki berat isi yang besar.

Gradasi Rapat (*dense graded*)

Gradasi rapat adalah gradasi agregat dimana terdapat butiran dari agregat kasar sampai halus, sehingga sering juga disebut gradasi menerus, atau gradasi baik (*well graded*). Campuran beraspal dengan gradasi ini memiliki stabilitas yang tinggi, agak kedap terhadap air dan memiliki berat isi yang besar.

Gradasi Senjang dan Gradasi Semi Senjang

Gradasi senjang dan gradasi semi senjang hampir sama yaitu gradasi agregat dimana ukuran agregat yang ada tidak lengkap atau ada fraksi agregat yang tidak ada atau jumlahnya sedikit sekali. Campuran beraspal dengan gradasi ini memiliki kualitas peralihan dari keadaan campuran dengan gradasi yang disebutkan diatas. Dalam spesifikasi Bina Marga tahun 2010 untuk jenis campuran HRS-WC terdapat 2 gradasi yaitu gradasi senjang dan gradasi semi senjang. Dituliskan bahwa HRS bergradasi semi senjang sebagai pengganti HRS bergradasi senjang yang dapat digunakan pada daerah dimana pasir halus yang diperlukan untuk membuat gradasi yang benar-benar senjang tidak dapat diperoleh.



Gambar 1. Contoh Grafik Gradasi Senjang, Semi Senjang, Menerus, dan Seragam

Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)

Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) yang selanjutnya disebut HRS, terdiri dari dua jenis campuran, HRS Pondasi (HRS-Base) dan HRS Lapis Aus (HRS-Wearing Course, HRS-WC dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm.

Lataston lapis permukaan atau dikenal juga dengan nama *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC) mempunyai fungsi sebagai lapisan penutup untuk mencegah masuknya air dari permukaan ke dalam konstruksi perkerasan di bawahnya, sehingga dapat mempertahankan kekuatan dari konstruksi perkerasan jalan sampai pada masa layanan.

Spesifikasi dan Sifat-sifat Karakteristik Marshall Campuran HRS-WC

Kinerja campuran HRS-WC dapat diperiksa dengan menggunakan pengujian alat *Marshall*. Alat *Marshall* merupakan alat tekan dengan cincin penguji (*proving ring*) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 lbs yang dilengkapi dengan arloji pengukur stabilitas dan *flow*. Dari proses persiapan sampai dengan pengujian dengan alat *Marshall* akan diperoleh data yang merupakan sifat karakteristik campuran yang meliputi parameter-parameter pengujian *Marshall* sebagai berikut :

Stabilitas

Stabilitas adalah ketahanan campuran untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas atau kemampuan campuran untuk menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk tetap seperti gelombang alur maupun *Bleeding*.

Kelelahan (*flow*)

Nilai kelelahan adalah perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm.

Marshall Quotient (Hasil Bagi Marshall)

Merupakan indikator kekakuan atau fleksibilitas campuran. HRS-WC sebagai lapis permukaan tidak bersifat struktural maka faktor fleksibilitas merupakan faktor penting. Tinggi rendahnya nilai *Marshall Quotient* dipengaruhi oleh nilai *flow* karena nilai ini merupakan perbandingan dari stabilitas dan *flow* (kelelahan plastis). Nilai *Marshall Quotient* yang tinggi menunjukkan kekakuan campuran yang tinggi sedangkan jika nilai rendah menunjukkan kekakuan yang rendah atau terlalu fleksibel sehingga akan mengakibatkan perkerasan mudah mengalami perubahan bentuk bila mengalami beban lalu lintas.

$$\text{Marshall Quotient} = \frac{\text{stabilitas}}{\text{flow}}$$

Rongga Terisi Aspal (VFB)

Rongga terisi aspal (VFB/*Void Filled Bitumen*) adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat (VMA) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Rumus adalah sebagai berikut :

$$VFB = 100 \times \frac{VMA - VIM}{VMA}$$

Dimana :

VFB : Rongga udara yang terisi aspal, prosentase dari VMA, (%).

VMA : Rongga udara pada mineral

agregat, prosentase dari volume total, (%)

VIM : Rongga udara pada campuran setelah pemadatan, (%).

Rongga Antar Agregat

Rongga antar agregat (*VMA/Void In Mineral Aggregate*) adalah ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). Perhitungan VMA terhadap campuran adalah dengan rumus berikut :

Jika komposisi campuran ditentukan sebagai persen berat dari campuran total, maka VMA dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$VMA = 100 - \left(\frac{Gmb \times PS}{Gsb} \right)$$

Dengan pengertian :

VMA : Rongga dalam agregat mineral (persen volume curah).

Gsb : Berat jenis curah agregat.

PS : Agregat, persen berat total campuran.

Gmb : Berat jenis curah campuran padat.

Atau, jika komposisi campuran ditentukan sebagai persen berat agregat, maka VMA dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$VMA = 100 - \frac{Gmb}{Gsb} \times \frac{100}{100 + Pb} 10$$

Dengan pengertian :

Pb : Aspal, persen berat agregat.

Gmb : Berat jenis curah campuran padat.

Gsb : Berat jenis curah agregat.

Rongga Udara (VIM)

Rongga udara dalam campuran (*VIM/Void in The Mix*) dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal. Volume rongga udara dalam campuran dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$VIM = 100 \times \frac{Gmm - Gmb}{Gmm}$$

Dengan pengertian :

VIM : Rongga udara dalam campuran padat, persen dari total volume.

Gmm : Berat jenis maksimum campuran.

Gmb : Berat jenis curah campuran padat.

Tebal Film

Tebal film adalah lapisan tipis yang menyelimuti agregat pada campuran yang menyatukan campuran menjadi satu kesatuan. Tebal film dapat ditentukan dengan perhitungan luas permukaan yang harus diselimuti oleh aspal dan besarnya penyerapan agregat terhadap aspal. Namun dengan adanya perubahan spesifikasi dengan penentuan kadar aspal optimum berdasarkan VIM *Marshall* sudah tidak relevan lagi dengan kondisi lalu lintas saat ini dan dengan adanya syarat tambahan untuk gradasi HRS yang bertujuan untuk menjamin terbentuknya gap (kesenjangan gradasi agregat) dan selain itu, pembuatan benda uji baik AC ataupun HRS harus dilakukan dua kali 75 tumbukan, tidak tergantung pada volume lalu lintas maka kebutuhan akan film aspal yang lebih tebal bagi lalu lintas rendah yang biasanya diwakili oleh jumlah tumbukan yang lebih kecil diakomodasi oleh batas rongga udara campuran yang lebih rendah.

METODOLOGI PENELITIAN

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang berasal dari desa Lolan Bolaang Mongondow, aspal curah bersertifikat dan pasir halus dari pasir pantai desa Ambang Bolaang Mongondow. Langkah awal dalam penelitian ini yaitu mempersiapkan material bahan campuran beraspal panas yaitu agregat dan aspal. Sebelum digunakan sebagai material campuran maka harus dilakukan pemeriksaan terhadap material dalam hal ini yang dilakukan hanya pada agregat. Apakah persyaratan sebagai bahan campuran beraspal panas memenuhi semua persyaratan yang ada dalam persyaratan yang menjadi acuan atau tidak. Dalam hal ini yang digunakan adalah spesifikasi Bina Marga Tahun 2010.

Kemudian dilanjutkan dengan pemeriksaan bahan yang menjadi data rancangan komposisi dan analisa kriteria *Marshall* yakni pemeriksaan gradasi, dan berat jenis serta resapan air agregat. Setelah itu dilanjutkan dengan perancangan komposisi campuran yang digunakan dan pembuatan benda uji masing-masing campuran 15 sampel baik HRS-WC gradasi senjang atau gradasi semi senjang. Dilanjutkan dengan pengujian sifat karakteristik campuran menurut *Marshall Method*. Dari besaran-besaran kriteria *Marshall*, dianalisis komposisi terbaik atau dalam hal ini kadar aspal

terbaik dari masing-masing jenis campuran lalu membandingkan atau menganalisis perbedaan campuran beraspal panas jenis HRS-WC bergradasi senjang dan HRS-WC bergradasi semi senjang. Dan langkah terakhir dalam penelitian ini adalah pembuatan kesimpulan dan saran.

HASIL PENELITIAN

Evaluasi campuran aspal panas HRS-WC bergradasi senjang dan bergradasi semi senjang dengan menggunakan aspal curah bersertifikat penetrasi 60/70 sebagai bahan pengikat, dapat dilihat melalui data hasil penelitian yang telah diolah sesuai rumus dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Hasil pemeriksaan material agregat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Penelitian Material Agregat

Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Persyaratan
Agregat Kasar		
- Keausan (Abrasi)	20,620 %	Maks 40 %
- B.J Bulk	2,630	Min 2,5
- B.J SSD	2,698	-
- B.J Apparent	2,822	-
- Penyerapan	2,579 %	Maks 3 %
Agregat Sedang		
- Keausan (Abrasi)	21,003 %	Maks 40 %
- B.J Bulk	2,633	Min 2,5
- B.J SSD	2,709	-
- B.J Apparent	2,849	-
- Penyerapan	2,879 %	Maks 3 %
Agregat Halus		
a. Abu Batu		
- B.J Bulk	2,601	Min 2,5
- B.J SSD	2,691	-
- B.J Apparent	2,859	-
- Penyerapan	3 %	Maks 3 %
b. Pasir		
- B.J Bulk	2,842	Min 2,5
- B.J SSD	2,898	-
- B.J Apparent	3,010	-
- Penyerapan	1,968	Maks 3 %

(Sumber : Hasil Penelitian)

Hasil Pengujian Marshall Campuran HRS-WC

Hasil pengujian Marshall dapat dilihat melalui data-data yang diperoleh serta sifat-sifat yang dihasilkan kemudian diolah sesuai rumus.

Tabel 2. Hasil Pengujian Marshall Campuran HRS-WC Gradasi Senjang

Kadar Aspal (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (Kg/mm)	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)
Spesifikasi	Min. 800	Min. 3	Min. 250	Min. 18	4-6	Min. 68
5,5	953,58	3,03	317,883	21,12	10,67	49,51
6,5	1100,72	3,12	352,416	20,69	7,89	61,89
7,5	1282,58	3,19	401,632	20,06	4,79	76,13
8,5	1112,96	3,38	329,240	20,11	2,43	87,93
9,5	998,14	3,88	257,722	21,84	2,13	90,23

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel 3. Hasil Pengujian Marshall Campuran HRS-WC Gradasi Semi Senjang

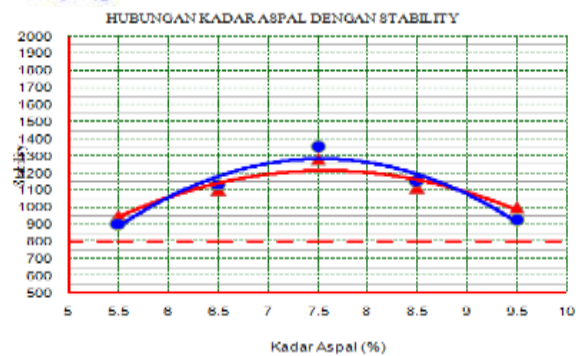
Kadar Aspal (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (Kg/mm)	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)
Spesifikasi	Min. 800	Min. 3	Min. 250	Min. 18	4-6	Min. 68
5,5	897,82	3,00	303,076	19,82	9,18	53,69
6,5	1135,71	3,05	373,020	19,50	6,50	66,71
7,5	1353,40	3,12	433,472	19,94	4,64	76,76
8,5	1151,10	3,24	356,127	19,98	2,27	88,62
9,5	923,07	3,68	251,763	21,75	2,02	90,73

(Sumber : Hasil Penelitian)

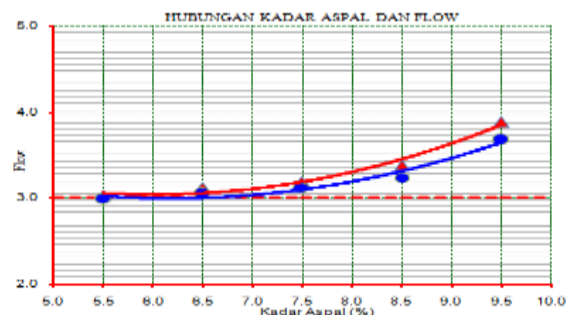
Berikut ini adalah grafik sifat-sifat karakteristik Marshall yang diperoleh:

Keterangan :

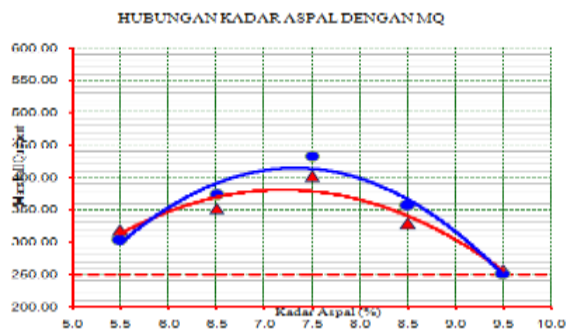
▲ = HRS-WC Gradasi Senjang
● = HRS-WC Gradasi Semi Senjang



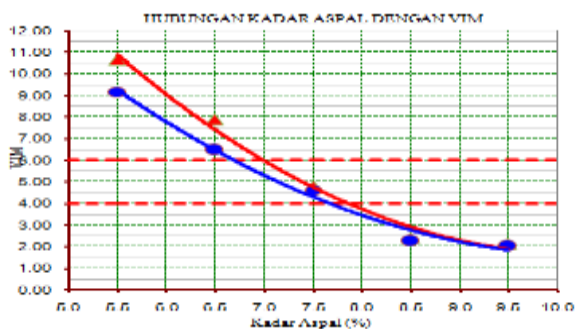
Gambar 2. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas



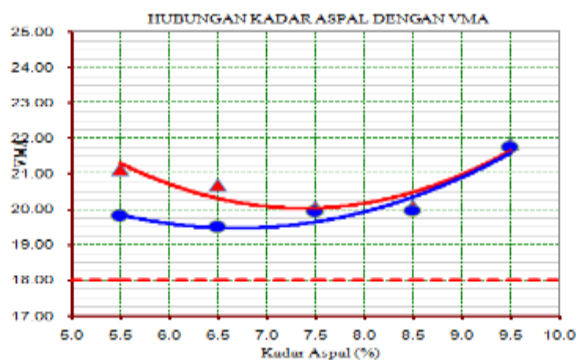
Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Flow



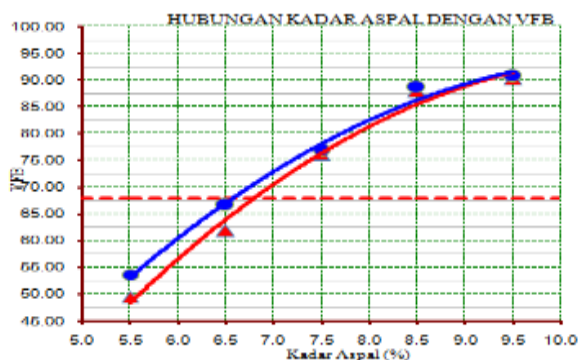
Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Marshall Quotient



Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VIM



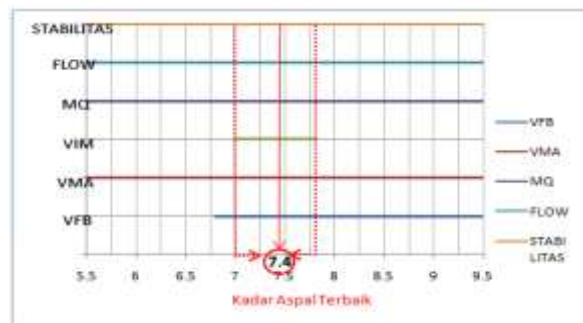
Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VMA



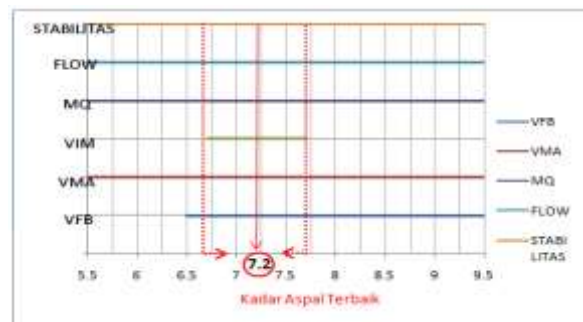
Gambar 7. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VFB

Kadar Aspal Terbaik dari Hasil Pengujian Marshall Campuran HRS-WC dan Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Terbaik

Dari hasil pengujian Marshall diatas didapat kadar aspal terbaik untuk kedua campuran, untuk HRS-WC gradasi senjang didapat kadar aspal terbaik 7,4% dan untuk HRS-WC gradasi semi senjang didapat kadar aspal terbaik 7,2%. Berikut adalah grafik kadar aspal terbaik dan tabel hasil pengujian Marshall pada kadar aspal terbaik untuk kedua campuran.



Gambar 8. Grafik Kadar Aspal Terbaik Untuk Campuran HRS-WC Gradasi Senjang



Gambar 9. Grafik Kadar Aspal Terbaik Untuk Campuran HRS-WC Gradasi Semi Senjang

Tabel 4. Hasil Pengujian Marshall Pada Kadar Aspal Terbaik Campuran HRS-WC Gradasi Senjang

Kadar Aspal (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (Kg/mm)	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)
Spesifikasi	Min. 800	Min. 3	Min. 250	Min. 18	4-6	Min. 68
7,4	1264,39	3,18	396,710	20,12	5,10	74,71

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel 5. Hasil Pengujian Marshall Pada Kadar Aspal Terbaik Campuran HRS-WC Gradasi Semi Senjang

Kadar Aspal (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (Kg/mm)	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)
Spesifikasi	Min. 800	Min. 3	Min. 250	Min. 18	4-6	Min. 68
7,2	1288,09	3,10	415,336	19,81	5,20	73,75

(Sumber : Hasil Penelitian)

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Campuran HRS-WC gradasi senjang didapat kadar aspal terbaik 7,4% sedangkan pada campuran HRS-WC gradasi semi senjang didapat kadar aspal terbaik 7,2%.
2. Pada kadar aspal terbaik campuran HRS-WC gradasi senjang 7,4% didapat Stabilitas 1264 Kg, Flow 3,18 mm, Marshall Quotient 396,7 Kg/mm, VMA 20,12%, VIM 5,10% dan VFB 74,71%. Sedangkan pada kadar aspal terbaik campuran HRS-WC gradasi semi senjang 7,2% didapat Stabilitas 1288 Kg, Flow 3,10 mm, Marshall Quotient 415,3 Kg/mm, VMA 19,81%, VIM 5,20% dan VFB 73,75%. Ini menunjukkan bahwa campuran HRS-WC gradasi senjang relatif lebih rendah terhadap campuran HRS-WC gradasi semi senjang ditinjau dari Stabilitas yang lebih kecil 1,86% (dari 1288 Kg ke 1264 Kg), Marshall Quotient yang lebih kecil 4,48% (dari 415,3 Kg/mm ke 396,7 Kg/mm) dan VIM lebih kecil dengan selisih 0,10% (dari 5,20% ke 5,10%). Demikian juga campuran HRS-WC gradasi semi senjang relatif lebih rendah terhadap

campuran HRS-WC gradasi senjang ditinjau dari Flow yang lebih kecil 2,52% (dari 3,18 mm ke 3,10 mm), VMA lebih kecil dengan selisih 0,31% (dari 20,12% ke 19,81%), dan VFB lebih kecil dengan selisih 0,96% (dari 74,71% ke 73,75%).

3. Jika ditinjau dari Stabilitas dan Marshall Quotient, campuran HRS-WC gradasi semi senjang relatif lebih sensitif terhadap perubahan kadar aspal (baik lebih tinggi atau lebih rendah dari kadar aspal terbaik yang diperoleh), dibandingkan dengan campuran HRS-WC gradasi senjang. Ini dapat dilihat pada grafik hubungan kadar aspal dengan Stabilitas dan grafik hubungan kadar aspal dengan Marshall Quotient yang menunjukkan bahwa grafik campuran HRS-WC gradasi semi senjang grafiknya lebih cekung dibandingkan dengan yang bergradasi senjang.
4. Juga dapat disimpulkan bahwa antara campuran HRS-WC gradasi senjang dan semi senjang, perbedaan kriteria Marshall yang ada tidak signifikan (lebih kecil dari 10%).

Saran

Apabila kemungkinan terjadi fluktuasi kadar aspal di lapangan, maka disarankan untuk memilih campuran HRS-WC gradasi senjang karena jika terjadi perubahan terhadap kadar aspal baik lebih tinggi atau lebih rendah dari kadar aspal terbaik, perubahan yang terjadi pada kriteria Marshall relatif tidak terlalu signifikan. Tetapi jika melihat dari segi kadar aspal terbaik yang diperoleh, maka disarankan memilih campuran HRS-WC gradasi semi senjang karena kadar aspal terbaik yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan kadar aspal terbaik pada campuran HRS-WC gradasi senjang.

DAFTAR PUSTAKA

AASHTO 84-88 atau SNI-03-1970-1990. Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan.

AASHTO T27-74. Analisa Saringan Secara Basah.

SNI 06-2489-1991. Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall.

SNI 2417-2008. Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles.

SNI No.1737-1989-F. Persyaratan Agregat dan Filler.

Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 (revisi 1) Divisi 6 (Perkerasan Aspal).